植 物 分 类 学 报 33(2):131—143(1995)
Acta Phytotaxonomica Sinica

试论我国沙漠地区植物区系的发生与形成*

刘 媖 心
(中国科学院兰州沙漠研究所，兰州 730000)

A STUDY ON ORIGIN AND FORMATION OF THE CHINESE DESERT FLORAS

Liu Ying-xin
(*Institute of desert research, academia sinica*, Lanzhou 730000)

Abstract This paper summarized the different views of former authors about the origin and formation of the Chinese desert floras. Some authors considered that the Chinese desert floras formed with mixed elements of other floras during the Quarternary period because there were very few endemic genera and species in it. Others held that northwestern China had already been a continent since the Late Paleozoic era and the aridity had been enhanced especially during the Tertiary period, which indicates the ancientness of the Origin of the Chinese deserts. Besides, the presence of many monotypic and oligotypic genera in the desert flora can also explain it. There are also some authors, who thought that plants in Chinese desert flora are mostly descendants of the xerophytes of the Tethys, and thus the common species between northeastern China and Middle Asia reflect a more ancient relationship, while others considered that those common species reflect a more recent relationsip.

For tracing back to the formation of the Chinese desert floras, an analysis of some geographical elements that played a leading role in it is made.

1. Geographyical elements of the Tethys. In the genus *Gymnocarpos G. decander* is distributed along the Mediterranean coast, and *G. przewalskii* is distributed in Xinjiang, Gansu, Qinghai, Ningxia and Inner Mongolia in China. In the genus *Cornulaca C. monacantha* is distributed in Africa and *C. alaschanica* in the Alashan area, while in the genus *Cynomorium C. coccineum* is distributed in Sahara and *C. songaricum* in the sandy areas in China. These disjunctions reflect a more ancient relationship between floras of the Chinese sandy areas and the Tethys.

There are five species in *Frankenia* in Africa, while only one species, *E. pulverulenta*, occurs from northern Africa to Xinjiang and Gausu via Middle Asia. In the genus *Helianthe-*

* 1993-01-20收稿。

mum there are eight species along the Mediterranean coast, while in Middle Asia and in western China there is only one species, *H. songarium*.

At present many Mediterranean species are still present along the Tethys tracks, some of which stop in Xinjiang, e. g. *Atriplex dimorphostegia*; some stop in Hexi, Gansu, e. g. *Capparis spinosa*; some go deep into Ningxia, e. g. *Peganum harmala* and some extend eastwards even to the Middle Inner Mongolia, e. g. *Populus euphratica*.

All these facts prove that weastern China joined together with the Tethys. After great changes had taken place in the earth history, disjunction occurred in some plant species: some became degraded and extinct, while others preserved.

2. Floristic elements of Middle Asia. The formation of plant genera in the Middle Asian flora is related to the Tethys flora and they further differentiated. The Middle Asian flora is closely related to those of our sandy areas. For example in the large genus *Salsola*, 22 species are distributed in Junggar of China and 59 in Middle Asia of the former USSR, while 25 are shared by the two floras. In the genus *Zygophyllum* 17 species are shared by the Middle Asian flora with 38 species of this genus and the Chinese flora with 16 species distributed in Junggar. Thus, a common trend can be recognized that the Middle Asian species are in common mostly with those in the Junggarn flora, and the more eastward, the fewer the common species are present.

In the Middle Asian florra there exist many species of ephemeral plants and ephemeroides, but in the Chinese desert flora forty odd such plant species are distributed only in Junggar and mostly in common with those in the Middle Asian flora e. g. *Euphorbia turzaninowii*, *Gagea bulbifera*.

In sandy areas of Middle Asia *Haloxylon ammodendron* and *H. persicum* are two of edificators, of which the former has its distribution in our desert areas, but the latter is distributed in the Junggar Basin only.

The Middle Asian flora exerts its strongest influence on those of our sandy areas and the Junggarn flora is a part of the Middle Asian flora.

3. Floristic elements of Mongolia. In the Chinese sandy areas all the floras belong to the Mongolian floras except those of Xinjiang and Qinghai. The western part of the Mongolian flora is the Alashan desert and the eastern part is the sandy area in the steppe zone. The isopleths of certain metereorological factors in northern China show their distribution pattern as area roughly from southeast to northwest and differrent zones of steppe, desert steppe, steppe desert, and desert thus formed. Different geographical vicarious species are present in different zones. For instance, *Caragana microphylla* is distributed in the middle-temperate steppe zone, C. intermedia in warm-temerate steppe or desert steppe zone, and *C. korshinskii* is in the Alashan desert.

Because of the different influences by the geographical positions, distances from the ocean, the ingression and regression of glaciers, and orogenesis, the origin and formation of

floras vary in the different sandy areas.

(1) Junggar Basin Here was still in ingression period during the Palaeozoic era. On account of the lifting of the Tienshan Mountains and Altai Moutains, lakes and seas migrated to the centre of the basin. During the Late Tertiary and Early Quarternary period the greater part of Eurasia and Siberia was covered by glaciers, so that the extent of desert diminished and a part of the xerophytic flora disappeared. It is clear, therefore, that the flora formed during the Quarternary period.

Junggar is an inland basin surrounded by moutains from three directions. However, in the west many rivers lead to Middle Asia thouth there are also mountains. Therefore, the climate and flora are similar to those of Middle Asia. The Hexi Corridor located on the east of the basin is a migration channel for elements of the Alashan desert flora.

The plant species in the basin is rather abundant but simpler than that of Middle Asia. Many endemic species of Zaisan and Balk-hash regions do not exist in Junggar where there are no endemic genera. Although several endemic species exist there, they are all Quarternary ones.

(2) Tarim Basin　It is surrounded by mountains in the south, north and west with Taklamakan desert at its central part. The longest inland river in the world, the Tarim River runs through the basin. It is located deep in the inland, very far from the ocean, with a warm-temperate climate and very little precipitation, and is rather poor in plant species. The tugayi forest is distributed only along the river. With the intensification of aridity halophytes increase.

The floristic elements here are very different from those in the Junggar Basin. There are neither ephemeral and ephemeroid plants nor *Haloxylon persicum*. The species of *Calligonum* are different from the ones in the Junggar Basin.

The *Ammopiptanthus nanus*, an endangered species, distributed northwest of Kashgar City, exhibits disjunction with *A. mongolica* in the Alashan desert. This is the only evergreen shrub genus in our sandy areas, obviously a subtropical relict, which may prove that there already xerophytes in the Tertiary period.

In western Tarim there are Middle Asian elements, such as *Populus euphratica*. In the eastern part of Tarim there exist elements of the Mongolian flora , such as *Sympegma regelii* . In the Tarim basin there are many endemic species, e. g. *Aristida grandiglomis*, *Caragana polourensis*.

The relic nature, disjunctions, and endomism may explain that there already existed xerophytes in the Early Tertiary period. There are either endemic elements or elements of Mediterranean, Middle Asia and Alashan, which may indicate that even in the Early Tertiary period plants already occurred and new developments took place in the Late Tertiary period in the basin.

(3) Tsaidam Basin　The basin was a part of the Tethys before the Mesozoic era and

became land during the orogenesis. Its flora has evolved from the xerophytic tropical flora along the southern coast of the Tethys. The present-day dominant species of lowland and shifting sands such as *Tamarix hispida*, *Nitraria sibirica*, *Haloxylon ammodendron*, are similar to those in the Tarim Basin. There are only a few endemic species in the Tsaidam Basin, such as *Salsola zaidamica*, *Calligonum zaidamense*, that all originated in the Quarternary species. Some Mongolian elements had penetrated the eastern part.

(4) Alashan Desert It lies deep in our hinterland and is abundant in endemic genera, such as *Potaninia*, *Tetraena*, *Stilpnolepi*, *Elachanthemum*, and oligotypic genera, such as *Gymnocarpos*, *Cornulaca*, *Cynomorium*, *Pugionium*, *Ammopiptanthus*, which reflects its ancient nature.

Furthermore, there are 20-odd endemic species, such as *Ephedra rhytidosperma*, *Synstemon petrovii* Which have very narrow area, and they are all ancient in origin.

The presence in the desert of these monotypic and oligotypic genera, and endemic species may prove that in the Tertiary period there were already xerophytic plants. Owing to the less influence of ingression and glaciation on the flora of this region more ancient elements could be preserved. However there have also been new developments during the Quarternary period. For example, certain species of *Calligonum* and *Nitraria* are newly-developed ones.

(5) Eastern sandy areas in the steppe zone These areas obtain greater influence of the ocean; they have more precipitation, abundant floristic elements and lower topography. After the glaciation in the Tertiary and Quarternary periods plant species from several distribution centres, Mongolia, Europe, Middle Asia, East Asia, and North China, migrated towards this region simultaneously. So, there are no ancient genera here and the floristic elements are all rather young.

Key words Chinese deserts; Flora genesis; Flora formation

摘要 本文对前人的"关于我国沙漠地区的植物区系的发生和形成"的不同观点进行了概括,并着重对我国沙漠地区起主导作用的古地中海、中亚及蒙古区系成分中有影响的植物属种及其迁移途径进行了分析。我国沙区大部在老第三纪已形成了亚热带旱生植物。但由于地域辽阔,其形成既非统一的古老性,也不全年轻,而是因地而异。本文根据(1)地理位置、地形、受古地中海海浸海退、冰川的消长、高山的屏障作用、距海洋的远近以及印度板块的影响,(2)区系成分中的特有属种、寡种属、特征种、间断分布等,将我国沙区分为准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、阿拉善荒漠、东部草原区沙地五片,并讨论了其区系成分的来源及形成时期。准噶尔植物区系在第四纪形成,中亚成分占主导作用。塔里木盆地植物区系在老第三纪就已发生,第三纪形成,第四纪有新发展。柴达木盆地在新第三纪上新世已形成温带荒漠,第四纪有新发展。阿拉善荒漠植物区系在第三纪已形成,第四纪也有新发展。东部草原区沙地第四纪在几个中心同时发生,其成分包括蒙古、亚洲中部、东亚、华北等区系。

关键词 中国沙漠地区;植物区系发生;植物区系形成

我国西北、华北、东北地区分布着大面积的沙漠、戈壁和草原沙地(以下简称沙漠地区)。对这些地区植物区系的发生和形成,中外学者多有论述,而且众说纷纭,本文试图弄

清这些问题,以便对沙漠的发生、发展、改造、利用、引种、区划提供理论依据。

1 我国沙漠地区植物区系发生的有关论述

1.1 Комаров В. Л. 研究了亚洲中部很多属植物,认为我国西部和蒙古植物区系是年轻的,是在第四纪时由其他植物区系成分混杂而成。他分析了白刺属 *Nitraria* 内各个种的分布后,提出了在亚洲中部白刺属种类虽多,但亚洲中部不是起源中心,而是发展中心(Комаров, 1908)。

1.2 1949 年,Синицин, В. М. 把亚洲中部荒漠的形成归于第四纪,1961 年又认为是在上新世(Грубов,1963)。

1.3 1958 年 Ильин, М. М. 总结了亚洲中部的主要科(菊科、藜科、柽柳科、十字花科、蒺藜科)的属种分布和亲缘关系。他认为亚洲中部极少有特有的属种。因此,其植物区系的发生是年轻的,是由中亚和其他地区迁移而来(Ильин,1958)。

1.4 很多地质学家如 Обручев, В. А. 认为我国西北大陆在上古生代已是大陆。由白垩纪起更增强了大陆性气候的干旱性,尤其到第三纪气候旱化明显剧烈。这时,喜马拉雅山、昆仑山、秦岭、大兴安岭诸山系的隆起,引起亚洲中部大气环流和降水分布的深刻变化。红黄色大陆性戈壁层、白垩纪及第三纪中厚达 1 m 的石膏夹层以及荒漠土壤的强烈石膏化。都证明亚洲荒漠起源的古老性(Грубов, 1963)。

1.5 Попов (1927)和 Грубов (1963)认为亚洲中部植物区系中有些单种属和寡种属。由于这些种属的古老性,代表其所形成的植物区系也是古老的。还有中生代、古生代和前古生代基岩露头的地区,在没有发育的原始基岩上的群落,组成的植物种类极其贫乏,往往仅由数种植物构成群落。例如鄂尔多斯和阿拉善古生代山脉碎石山坡上的四合木 *Tetraena mongolica*、霸王 *Zygophyllum xanthoxylon*、裸果木 *Gymnocarpos przewalskii*、泡泡刺 *Nitraria sphaerocarpa*、戈壁短舌菊 *Brachanthemum gobicum* 等组成的群落。这些都说明各该地区植物区系形成的古老性。

1.6 1960 年,Лавренко, Е. М. 提出把非洲北部的撒哈拉荒漠、中亚荒漠及亚洲中部的戈壁荒漠连成一个统一的干旱生态区域,称为亚非荒漠植物地理区其理由是这些地区的植物区系组成中起主导作用的科为藜科、蒺藜科、柽柳科、麻黄科、蓼科、菊科。特征科为锁阳科、瓣鳞花科、半日花科、裸果木科。植物区系成分来源多为古地中海旱生植物的后裔(雍世鹏,1992)。

1.7 刘慎谔(1985)在讨论蒙新地区沙漠起源问题时,分析了我国的柽柳属 *Tamarix*、甘草属 *Glycyrrhiza*、霸王属 *Zygophyllum*、白刺属的植物分布。证明我国西部与中亚共有种是新的关系,与我国东部共有种是老的关系。从与地中海共有属、亚属和组来看,在第三纪我国就存在干旱气候;从一些共有种来看,第四纪又有新发展,方向是自西而东。

2 我国沙漠地区植物区系的地理成分

现代植物区系是历史植物区系的继续和残余。在某种意义上,现代植物区系也是历史植物区系的活化石。因此剖析我国现代沙漠植物区系的地理成分,追溯我国沙漠地区植物区系的形成,寻求其起源、发生和迁移路线,成为一条可靠途径。

我国沙漠地区植物区系属亚洲中部区系，包括亚洲中部的干旱和半干旱区在内，它是古地中海植物区系的一部分或一个亚区，也与中亚有密切关系。我国东部草原沙区为蒙古植物区的一部分。我们将分别论及我国沙漠地区与古地中海、中亚和蒙古植物区系之间的关系。

2.1 我国沙漠地区的古地中海植物地理成分

我国沙漠地区有些属与地中海地区呈间断分布。如裸果木属 *Gymnocarpos* 一般书上把它置于石竹科，也有主张它独立成科的。本属有2种，*G. decander* 分布在地中海南岸；另一种裸果木 *G. przewalskii* 分布在新疆、甘肃河西走廊、青海、宁夏和内蒙古。两种呈间断分布。单刺蓬属 *Cornulaca* 原来只1种即单刺蓬 *C. monacantha*，分布在非洲。近十数年来又发现阿拉善单翅蓬 *C. alaschanica* 分布在内蒙古阿拉善盟左旗和右旗流沙边缘及丘间的洪积扇上。两种也呈间断分布。锁阳属 *Cynomorium* 也只2种，其 *C. coccineum* 分布于非洲撒哈拉沙漠，另一种锁阳 *C. songaricum* 分布在我国沙漠地区也可能随其寄主(*Nitraria sibirica*)分布到东北、华北沿海地区。这两种也是间断分布。

古南大陆起源的属如瓣鳞花属 *Frankenia* 是古南大陆解体前的古老成分。现在非洲有5种，而由北非经中亚过新疆到甘肃河西走廊只有瓣鳞花 *F. pulverulenta* 1种。半日花属 *Helianthemum* 现在地中海沿岸有8种，而在中亚、新疆、甘肃河西走廊、内蒙古只有半日花 *H. songaricum* 1种。

现今地中海沿岸特别是南岸，包括撒哈拉沙漠北部(Paul Czenda, 1977)，很多种的分布直达我国沙区，它们沿着古地中海分布的遗迹，有些种止于新疆，有些种抵达甘肃河西走廊、有些种深入内蒙古和宁夏，有些甚至分布到西藏干旱区。

表1 我国沙漠地区与地中海植物区系共有种

Table 1 Common species in Chinese deserts and Mediterranean flora

种名 Species name		科 Family	东界 Eastern boundary
三芒草	*Aristida adscensionis*	Gramineae(禾本科)	Nei Monggol (内蒙古)
沙生假紫草	*Arnebia decumbens*	Boraginaceae(紫草科)	Hexi-Gorridor, Gansu (甘肃河西走廊)
沙滨藜	*Atriplex dimorphostegia*	Chenopodiaceae (藜科)	N. Xinjiang (新疆北部)
刺山柑	*Capparis spinosa*	Capparidaceae (白花菜科)	Hexi-Gorridor, Gansu (甘肃河西走廊)
腹脐草	*Gastrocotyle hispida*	Boraginaceae (紫草科)	N. Xinjiang (新疆北部)
光甘草	*Glycyrrhiza glabra*	Leguminosae (豆科)	Hexi-Gorridor, Gansu (甘肃河西走廊)
骆驼蓬	*Peganum harmala*	Zygophyllaceae (蒺藜科)	Ningxia (宁夏)
蝎尾菊	*Koelpinia linearis*	Compositae (菊科)	Hexi-Gorridor, Gansu (甘肃河西走廊)
分枝列当	*Orobanche aegyptiaca*	Orobanchaceae (列当科)	N. Xinjiang (新疆北部)
胡杨	*Populus euphratica*	Salicaceae (杨柳科)	Nei Monggol (内蒙古)

这些种有些是沙生、湿生或盐生，它们的分布是沿古地中海而来，至今尚保持其原来的分布区。

这些迹像表明我国西部曾与古地中海相连，而且当时的气候条件相近似。很多古地中海起源的植物种横跨欧亚非三洲，直达我国西部。当我国气候发生剧变，很多植物种不适应新的环境而衰退、灭亡，致使有间断分布和古地中海起源的植物种逐渐减少。

2.2 中亚植物区系与我国沙区的关系

中亚荒漠植物区系包括原始的古地中海区系的很大部分,即它的植物属的形成与古地中海植物成分有关,植物种的形成有新发展。中亚植物区系与我国沙区的关系见表 2。

表 2 沙区常见 4 属在我国沙区与中亚植物区系中的种数
Table 2 Numbers of the species of four genera in chinese deserts and Middle Asia flora

属名 genus	内蒙古 Nei Monggol	宁夏 Ning-xia	甘肃河西走廊 Hexi-Gorridor, Gansu	柴达木盆地 Qaidam Basin	准噶尔盆地 Junggar Basin	塔里木盆地 Tarim Basin	中国 China	中亚 Middle Asia	中国与中亚共有种 Common in China and Middle Asia	塔里木盆地和中亚共有种 Common in Tarim Basin and Middle Asia	准噶尔盆地与中亚共有种 Common in Junggar Basin and Middle Asia
Tamarix	9	3	13	10	7	12	17	25	10	9	7
Zygophyllum	9	2	12	5	15	11	24	38	17	7	14
Salsola	8	8	10	6	25	12	34	59	25	6	22
Caragana	14	8	11	4	8	12	32	20	15	6	10

由上表可以看出,在 4 属中除锦鸡儿属 *Caragana* 外,其余 3 属的种数中亚比我国都多,其原因是锦鸡儿属起源于中国,证明我国的柽柳属 *Tamarix*、霸王属 *Zygophyllum* 和猪毛菜属 *Salsola*(Павлов,1960)均来源于中亚。塔里木盆地与准噶尔盆地与中亚共有种数比较,只有柽柳属在塔里木盆地超过准噶尔盆地。这是因为柽柳喜生于荒漠河岸,而塔里木河的泛滥正适于柽柳属植物的繁殖与生长。在我国沙区中与中亚共有种总的趋势是愈向东愈少,其中准噶尔盆地与中亚共有种最多。

短命植物和宿根短命植物在地中海植物区和中亚植物区种类都多;而在我国只在准噶尔盆地真正有。在准噶尔盆地共约有 40 余种,而且愈往西愈多。很多种是中亚种,如沙地大戟 *Euphorbia turzaninowii*、蝎尾菊 *Koelpinia lihearis*、螺喙芥 *Spirorhynchus sabulosus*、弓荚胡卢巴 *Trigonella arcuata*。宿根短命植物如伊犁郁金香 *Tulipa iliensis*、分枝顶冰花 *Gagea divaricata*、珠芽顶冰花 *G. bulbifera*,还有阜康阿魏 *Ferula fukanensis*、多伞阿魏 *F. ferulaeoides* 等(刘媖心等,1985)。

中亚沙地的建群植物主要有梭梭 *Haloxylon ammodendron* 和白梭梭 *H. persicum*。在我国沙区,梭梭分布于各荒漠地区,而白梭梭只分布于准噶尔盆地。

准噶尔盆地的建群种、短命种、宿根短命种以及常见种均与中亚相同,证明准噶尔盆地属中亚区系。我国其他沙区也有中亚种,但不如准噶尔盆地普遍。

2.3 蒙古植物区系

我国沙区除新疆和青海外,其他沙区都包括在蒙古植物区系内。在蒙古植物区系内,西部为阿拉善荒漠,东部为草原区沙地。本区由大兴安岭以西的满洲里、大同、榆林、中卫到兰州,经河西走廊,由敦煌折向北,沿中蒙边界到科布多转向乌兰巴托。植物区外围有长白山、燕山、太行山、吕梁山、大兴安岭和阴山阻隔,使海洋的季风势力由东南向西北渐趋削弱。各项气候因子由东北向西南呈弧形带状分布,形成草原、荒漠草原、草原荒漠和荒漠。

不同地带、不同的气候及基质确定着不同的植物种,因而本区出现不同的替代种。替代种是仅在少数种性的特征方面有区别,由于它们共同起源一个始生种型而有联系,它们

在独立的地理区域中常常互相排斥或稍有交叉。

不同地区沙生植物替代种具有相应的生态习性和繁殖特点。例如黄柳和北沙柳，当种子成熟后，飞落丘间低地，雨水浸泡后得以发芽。当流动沙丘被风吹蚀，便向背风坡移动，流沙埋压柳苗，柳丛便生长在沙丘背风坡。流动沙丘继续移动，黄柳出现在流动沙丘顶部，根系受风蚀后裸露沙面，柳丛便逐渐衰退。因此黄柳是生在水边、长在背风坡、死在丘顶。

表 3 不同地带沙区植物替代种
Table 3 Vicarous species in different zones

中温型草原带(奈曼为例) Middle temperate Steppe zone (niman)	暖温型草原带(毛乌素为例) Warm temperate steppe zone (Mowusu)	阿拉善荒漠带(甘肃河西走廊为例) Alashan Desert zone (Hexi Corridor Gansu)
锦鸡儿 *Caragana microphylla*	中间锦鸡儿 *C. intermedia*	柠条 *C. koshinskii*
山竹子 *Hedysarum fruticosum* var. *lignosum*	羊柴 *H. laeve*	花棒 *H. scoparium*
差把嘎蒿 *Artemisia halodendron*	油蒿 *A. ordosica*	沙蒿 *A. arenaria*
乌丹蒿 *Artemisia wudanensis*	籽蒿 *A. spaerocephala*	
黄柳 *Salix gordejevii*	北沙柳 *S. psammophila*	
贝加尔针茅 *Stipa baicalensis*	本氏针茅 *S. bungeana*	沙生针茅 *S. glareosa*
大针茅 *S. grandis*	克氏针茅 *S. krylovii*	戈壁针茅 *S. gobica*
	短花针茅 *S. breviflora*	

差把嘎蒿和油蒿喜生于半流动沙丘和半固定沙丘。乌丹沙蒿、籽蒿、花棒、羊柴、山竹岩黄芪都生长在流动沙丘。不同的替代种在不同的地带，其发生、发展和死亡的演替规律基本相同。

针茅属在不同地带也有不同替代种，但这些种的分布区常有交叉，而且有些种不完全分布在沙区(内蒙古宁夏综合考察队，1985)。

综观上述，在我国沙区植物区系中起主导作用的成分为古地中海、中亚及蒙古植物区系。其他区系的影响、渗透和迁移将在各有关沙区分别讨论。

3 我国主要沙区植物区系发生的途径和形成时期

在老第三纪，全球气温都比现今温暖，南北极都无冰盖。欧亚大陆构造发育微弱，地形平缓而分异较小。气温较均一，但较现在高。我国整个地区年平均气温比现在高 9—10℃，亚热带的北界至少在北纬 42°左右，甚至比现今的北界向北推移 10—13°之多。那时在内蒙古和西北各省区内，受海洋影响也较小，与同纬度相比较，地表接受最大太阳热量，夏季炎热，冬季温和，降水不多，蒸发量大，这与欧亚大陆中央存在一个干旱区有关联。植被基

本上属于大陆性的亚热带旱生植被(雍世鹏 1992)。

新第三纪期间,在我国群山耸立环绕、距离海洋远近、海拔高度、古地中海海浸海退及冰川消长情况均不一致,因而我国沙区植物的发生途径和形成时期也不一致。现按各大沙漠分述如下。

3.1 准噶尔盆地

古生代准噶尔盆地还处在海浸时期,绝大部分属于海相沉积。白垩纪和老第三纪的沉积作用只限于准噶尔地块较小地区。新第三纪垂直运动显著加强,沉积作用的边界有了新的扩展(赵运昌,1962,1964)。新第三纪末,喜马拉雅运动以后,使盆地周围在中生代还是隆起的平地或丘陵地区,上升为高耸云霄的天山和阿尔泰山山系。这种抬升,使湖沼向盆地中心移动,因而盆地内的河流改道,湖海迁移。海退后,植物才逐渐繁衍。这是准噶尔盆地植物区系形成较晚和极少特有种的主要原因。

第三纪末和第四纪初欧洲大部分和西伯利亚被冰川所覆盖,冰川使沙漠范围大大缩小,毁灭了部分旱生植物区系(Ильин,1964)。准噶尔盆地首当其冲,受冰川危害严重。这也是本地区植物区系形成较晚的原因之一。

中亚荒漠是第三纪末到第四纪初期古地中海退却后逐渐形成的。现代的准噶尔盆地大部分地区为更新统到上新统湖积物所覆盖。现在的农垦区以及风成沙所掩盖的广阔地带均有湖积层分布。这意味着准噶尔盆地湖水退出较晚,植物区系的形成在第四纪(赵运昌,1964)。

准噶尔盆地。其北部和东部有阿尔泰山系,南部为天山山系,它是三面环山的内陆盆地。西北与哈萨克荒漠,东部与亚洲中部的河西走廊沙地相沟通,古尔班通古特沙漠夹在诸山之间。西部虽有山系阻隔,但封闭不严,有许多河流与中亚相连,因此气候与中亚相似。如年降水量的 45%在冬、春季,而且常有积雪,这与我国其他沙区年降水量主要集中在 7、8、9 三个月而不同。这是该盆地植物区系由中亚迁入的主要途径。盆地东部河西走廊是阿拉善荒漠植物成分的通道。

这里虽属中亚植物区系,但植物种类较单纯,而且没有古老的特有属种。即使邻近准噶尔盆地的斋桑盆地很多豆科特有种和巴尔哈什湖沿岸很多短命植物和宿根短命植物,不见于准噶尔盆地。因此,准噶尔盆地的植物成分,大都由中亚区系迁移而来,而不是相反。

3.2 塔里木盆地

塔里木盆地,其南为昆仑山系,北有天山山脉,西止帕米尔高原,中部为世界著名的塔克拉玛干大沙漠。地处暖温带,深居大陆内部,降水极少,有些地区年不足 10 mm。境内有世界最大的内陆河——塔里木河,自西北向东南注入台特马湖。植物种类贫乏,在河流沿岸有荒漠河岸林生长,湿润的丘间低地有耐盐的植物种类出现,伴随着干旱气候的加剧,盐生植物和耐盐植物增多。

这里与准噶尔盆地的气候不同,植物区系成分随之而异。这里没有短命植物和宿根短命植物。也没有白梭梭出现。准噶尔盆地的沙拐枣属中的膜果沙拐枣 *Calligonum Junceum*、无叶沙拐枣 *C. aphyllum*、红皮沙拐枣 *C. rubicundum*、东疆沙拐枣 *C. klementzii* 等在塔里木盆地都无分布,而代之另外一些种,如昆仑沙拐枣 *C. roborowskii*、若羌沙拐枣

C. juochiangense 等(刘媖心等,1985)。

在喀什西北的山前平原有小沙冬青 *Ammopiptanthus nanus*,分布面积很小,即将灭迹,它与阿拉善荒漠区分布的沙冬青 *A. mongolicus* 呈间断分布,这是我国沙区唯一的常绿阔叶灌木属,显然这是第三纪亚热带的残遗种。该属于1950年由分布于喜马拉雅山南北麓的黄花木属 *Piptanthus* 分出。追溯老第三纪我国西部地形变化不大,仅有中等高的山、高原、残丘、盆地和广阔的平原;在较低的丘陵湿润地区还有亚热带的木兰科、山龙眼科、桃金娘科。到渐新世木兰科和铁杉为数很少,平原地区有藜科、麻黄科等(吴征镒,1980)。那时塔里木盆地、喜马拉雅和阿拉善等区系都互相连接,证明喜马拉雅山系在抬升前的第三纪已有旱生植物。

塔里木盆地西部有中亚区系的成分,如光甘草 *Glycyrrhiza glabra*、灰杨 *Poplus pruninosa*、铃铛刺 *Halimodendron halodendron*。地中海成分也很多,如骆驼刺 *Alhagi maurorum*、胡杨 *Poplus euphratica*、老鼠瓜 *Capparis spinosa*、盐节木 *Halocnemum strobilaceum*、红沙 *Reaumuria soongarica* 等。塔里木盆地东部以蒙古植物区系成分较多,如黑柴 *Sympegma regelii*、膜果麻黄 *Ephedra przewalskii* 等。

在天山南坡低山、昆仑山北坡低山以及塔克拉玛干沙漠边缘也有很多特有种。如:小沙冬青 *Ammopiptanthus nanus*(豆科),大颖三芒草 *Aristida grandiglomis*(禾本科),和田黄芪 *Astragalus hotianensis*(豆科),昆仑锦鸡儿 *Caragana polourensis*(豆科),阿克苏牛皮消 *Cynanchum kashgaricum*(萝藦科),喀什女蒿 *Hippolytica kaschgarica*(菊科),心叶水柏枝 *Myricaria pulcherrima*(柽柳科),喀什红沙 *Reaumuria kaschgarica*(柽柳科),天山猪毛菜 *Salsola junatovii*(藜科),莎车柽柳 *Tamarix sachuensis*(柽柳科),沙生柽柳 *Tamarix taklamakanensis*(柽柳科),塔里木柽柳 *Tamarix tarimensis*(柽柳科),新疆霸王 *Zygophyllum sinkiangense*(蒺藜科)。

因此,根据塔里木盆地的残遗属种、间断分布、植物区系地理成分、特有种以及地史资料表明,塔里木盆地老第三纪就已有旱生植物。在植物地理成分中既有特有的,又有古地中海的、中亚的及阿拉善地区的成分。这意味着塔里木植物区系的发生在老第三纪,并在新第三纪或第四纪有新发展。

3.3 柴达木盆地

中生代以后盆地的附近大山升起,第三纪沉积则以坡堆积及河流相岩层较为发育。以后湖面扩大,湖滨相沉积渐居主要地位。当昆仑山抬升加剧,盆地内部岩盐、石膏与沙岩相间成层,第三纪末期,盆地大部地区已无湖水,仅在若干低下地段留有湖水(徐仁,1958)。

到白垩纪柴达木盆地周围山地开始褶皱上升,并不断遭到剥蚀,而柴达木盆地反而相对沉降,开始了盆地地形的形成过程。新生代以后四围山系继续上升,始新世中期,印度板块由南向北漂移已经历了几个地质时期,此时已达现今青藏高原南缘。青藏地区因受板块挤压而开始急剧抬升,到中新世诸山系已上升到相当高度。青藏高原因受南面山系对印度洋的屏障作用,气候变冷变干。中亚荒漠开始入侵(杜庆等,1990)。

据孢粉资料也有同样证明,渐新世晚期,因有亚热带成分,当时气候较热;到中新世,南面高山隆起,盆地气温下降(杜庆等,1990)。

上新世,青藏高原诸大山陆续上升,印度洋气流对柴达木盆地的影响变得非常微弱,

气候趋向更加寒冷、干燥,湖面因强烈蒸发而收缩,开始出现盐湖,盆地边缘的洪积和冲积平原上发育着以麻黄科、藜科、蒺藜科、菊科为主的温带荒漠。

现今的柴达木盆地是一个构造盆地。昆仑山、阿尔金山和祁连山褶皱和断块上升,柴达木盆地相对下陷,是形成盆地的决定因素。中生代以前盆地为古地中海的一部分,是古地中海海浸地区,经过第三纪喜马拉雅造山运动隆起成陆,而后由古地中海南岸为主的干热植物区系发展起来(杜庆等,1990)。今日盆地低地的优势种有毛红柳 *Tamarix hispida*、短毛柽柳 *T. karelinii*、多花柽柳 *T. hohenacheri*、小果白刺 *Nitraria sibirica*、白刺 *N. tangutica*、大白刺 *N. roborowskii*、盐爪爪 *Kalidium foliatum*、角果碱蓬 *Suaeda corniculata*、胡杨 *Populus euphratica* 等。流沙和沙地有梭梭、膜果麻黄。山前有黑柴、珍珠猪毛菜 *Salsola passerina*、红沙、星毛短舌菊 *Brachanthemum pulvinatum*,这与塔里木盆地相同。此外,也有少数特有种,如柴达木猪毛菜 *Salsola zaidamica*、柴达木沙拐枣 *Calligonum zaidamense*、青海沙拐枣 *C. kozlovii*,这些都是新发展的种。

因此,柴达木盆地在上新世形成温带荒漠,其植物区系从古地中海南岸为主的干热植物区系发展而来,东部并有蒙古植物区系成分渗入。

3.4 阿拉善荒漠

它位于荒漠区的最东部。属蒙古植物区系的西部,包括巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、河西走廊和鄂尔多斯西北部。东以贺兰山、桌子山、狼山与草原地区为界,南有祁连山,西止马鬃山,向北进入蒙古国界。该区深居我国腹地。

阿拉善荒漠植物区系中特有属和寡种属较多。(a)绵刺属 *Potaninia* 为单种属,现虽置蔷薇科中,但花 3 数,与蔷薇科其他属并不接近,主要分布在阿拉善地区,也伸入到蒙古东戈壁。(b)四合木属 Tetraena 为单种属,现虽置蒺藜科中,但其形态结构也较特殊,也有人主张独立为科。其分布区很小,由石咀山到贺兰山南部低山沿黄河一条窄带。(c)百花蒿属 *Stilpnolepis* 为单种属。虽有人主张并入紊蒿属 *Elachanthemum*,但它与紊蒿属不同也有 2 种。分布以阿拉善荒漠为主,生长在流动沙丘,也进入毛乌素沙地。(d)寡种属如裸果木属 *Gymnocarpos*、单刺蓬属 *Cornulaca*、锁阳属 *Cynomorium* 等均有 2 种。1 种分布在阿拉善地区,另 1 种分布在地中海地区,均呈间断分布。(e)沙芥属 *Pugionium* 在十字花科中地位较为特殊,无邻近种。本属主要分布在阿拉善地区,向北伸入蒙古界内,向东伸入草原沙区。(f)寡种属中沙冬青属分布在阿拉善和新疆南部各 1 种,呈间断分布。这些古老的属以及间断分布的属,代表着它们的古老性。

阿拉善沙区的特有种也较多,如:宁夏黄芪 *Astragalus dengkouensis*(豆科),鄂托克黄芪 *Astragalus ordosica*(豆科),沙木蓼 *Atraphaxis bracteata* (蓼科),阿拉善沙拐枣 *Calligonum alashanicum* (蓼科),柠条 *Caragana korshinskii* (豆科),膜果麻黄 *Ephedra przewalskii* (麻黄科),阿拉善独行菜 *Lepidium alashanicum* (十字花科),阿拉善脓疮草 *Panzeria lanata* var. *alaschanicum* (唇形科),裂叶骆驼蓬 *Peganum harmala* var. *multisectum*(蒺藜科),沙竹 *Psammochloa villosa* (禾本科),陇芥 *Synstemon petrovii* (十字花科),水珠碱蓬 *Suaeda przewalskii* (藜科),戈壁霸王 *Zygophyllum gobicum* (蒺藜科),甘肃霸王 *Zygophyllum kansuense* (蒺藜科)。

以上特有种中有些分布区很小,如甘肃霸王只见于嘉峪关附近。阿拉善沙拐枣只见于

腾格里沙漠。有些种的分布区以阿拉善地区为主,伸向蒙古或东部草原地区。

阿拉善地区的低山也有特有种,如:星毛短舌菊 *Brachanthemum pulvinatum*(菊科),斑籽麻黄 *Ephedra rhytidosperma*(麻黄科),野丁香 *Leptodermis ordosica*(茜草科),长叶红沙 *Reaumuria trigyna*(柽柳科),红花海绵豆 *Spongiocarpella grubovii*(豆科)。

这些特有种有的分布区范围很窄。如斑籽麻黄仅分布在贺兰山南部低山及宁夏中卫黄河沿岸低山,它的植丛和种子都较特殊。野丁香属在桌子山和贺兰山低山有分布。本属在我国有6种,主要分布在云南、贵州、四川。其中1种由越南经云贵直到陕西、山西、河北。而野丁香孤立在阿拉善地区的低山上。这些迹像表明我国第三纪地史大变动前野丁香属由南到北是连续分布,也表明阿拉善地区第三纪就已有旱生植物。

孢粉资料也有类似的证明,新第三纪时,酒泉一带就已形成无森林的干旱草原和半荒漠,其中起主要作用的有禾本科、蒿属和藜科植物(宋之琛等,1958)。

由此可见,阿拉善地区旱生植物在第三纪就已存在,而且很多古老的属种保留至今。本区较其他沙区保存属和种多的原因,在于本区深居内陆,地势较高,受地中海海浸影响较轻,又未遭受冰川覆盖。

阿拉善地区有些属在第四纪有新发展。如骆驼蓬 *Peganum harmala*,由地中海进入新疆、河西走廊沙地。过乌鞘岭就出现多裂骆驼蓬 *Peganum harmala* var *multisectum*。在兰州只有后者。在河西地区,Losina-Losinskaja 发表了沙拐枣属的戈壁沙拐枣 *Calligonum gobicum*、河西沙拐枣 *C. potaninii*、甘肃沙拐枣 *C. chinense*。在腾格里沙漠,发表了阿拉善沙拐枣 *C. alaschanicum*。这些种既有区别又不易分清(刘媖心等,1958)。白刺属以阿拉善地区为中心的有白刺、小果白刺和大白刺。在兰州以北 40 km 又出现了毛瓣白刺 *Nitraria praevisa*。这些种之间的特征,也有交叉。以上这些种都是第四纪正在发展中的种。

3.5 东部草原区沙地

本区位于我国沙地的最东部,受海洋气候影响较大,雨量较多。因之植物区系成分较丰富而复杂。相对而言,本区地势较低,它是在第三纪、第四纪冰川作用以后,在几个中心同时发生的,比较年轻(杜庆等,1990)。其地貌特点是低缓的沙丘和丘间低地相间分布。隆起的沙地有疏林、灌丛和沙质草原。按所在位置不同,可分为中温型草原沙地和暖温型草原沙地。

(a)中温型草原沙地包括呼伦贝尔沙地、科尔沁沙地和小腾格沙地、流动沙丘和半固定沙丘,有黄柳、山竹岩黄芪和差把戛蒿等。固定沙地有榆树 *Ulmus pumila*、大果榆 *U. macrocarpa*、山杏 *Prunus armeniaca*、欧李 *P. humilis*、小叶朴 *Celtis bungeana*、羊草 *Leymus chinense*、冰草 *Agropyron cristatum* 等。在呼伦贝尔沙地还有樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica*。

(b)暖温型草原沙地包括宁夏河东沙地、毛乌素沙地。流沙上有北沙柳 *Salix psammophila*、羊柴。半固定沙地有油蒿。固定沙地有臭柏 *Sabina arenaria*、柳叶鼠李 *Rhamnus erythroxylon* 等。

草原区沙地没有古老的属,区系成分来源复杂,主要有蒙古、欧洲、亚洲中部、东亚和华北成分等。

4 结论

4.1 我国大部分沙区在老第三纪时,气温较暖,地形平缓,受海洋影响较小,夏季炎热,冬季温和,降水不多,蒸发量大,形成了亚热带旱生植被。在发生重大地史后,由于地域辽阔,各沙区所在位置和地形不同,其形成今日植物区系的时期和途径,随多种因素的影响而异。如:古地中海的浸退、冰川的消长、造山运动的影响、距离海洋的远近等。故而各沙区的形成时期,既有古老的,也有年轻的,并不一致。

4.2 准噶尔盆地植物区系在第四纪形成,中亚成分占主导作用。塔里木盆地植物区系在老第三纪就已发生,第三纪形成,第四纪有新发展。柴达木盆地在第三纪上新世已形成温带荒漠,第四纪有新发展。阿拉善荒漠植物区系在第三纪已形成,第四纪也有新发展。东部草原区沙地第四纪在几个中心同时发生,其成分来源有蒙古、亚洲中部、东亚、华北等区系。

4.3 影响我国沙区植物区系的主导成分为古地中海、中亚和蒙古区系。

参 考 文 献

内蒙古宁夏综合考察队, 1985. 内蒙古植被. 北京:科学出版社, 320—330

刘媖心, 1982:我国荒漠植物区系形成的探讨. 植物分类学报, **20** (2):131—141

刘媖心等, 1985. 中国沙漠植物志. 北京:科学出版社, **1**:306—316

刘慎谔, 1985. 刘慎谔文集. 北京:科学出版社, 270—274

宋之琛, 1958. 甘肃酒泉第三纪红色沙岩系的孢子花粉组合及其地质学上的意义. 古生物学报, **6** (2):159—167

吴征镒等, 1980. 中国植被. 北京:科学出版社, 69

杜庆, 孙世洲, 1990. 柴达木地区植被及其利用. 北京:科学出版社, 18—58

赵运昌, 1962. 准噶尔盆地地下水及其对治沙意义的初步探讨. 治沙研究, **4**:103—113

赵运昌, 1964. 准噶尔盆地的地下水. 治沙研究, **6**:66—67

徐仁等, 1958. 柴达木盆地第三纪沉积中孢粉组合及其地质学意义. 古生物学报, **6** (4):131—141

雍世鹏, 1992. 论戈壁荒漠生态区植被的若干基本特征. 内蒙古大学学报(自然科学版), **23** (2):235—244

Paul Czenda. 1977. Flora du Sahara. Paris: CHRS. 143—457

Грубов В И. 1963. Растения Центральной Азии. Вып. 1. М -Л. АН СССР:17—18

Ильин М М. 1958. Флора пустынь центральнои Азии, её происхождение и развития. Материалы по Истории Флора и Растителъности СССР, **3**:129—229

Ильин М М. 1964. Некоторые итоги изучения флоры Пустынь Азии. Материалы по истории флора и растительности СССР, **2**:195—296

Комаров В Л. 1908. Введение к флорам Китая И Монголии. В. Д. Комаров Избранные Сочинения, **1**, 137—158. Трудах С. -петербургского бот. Сада **29** (1)

Павлов Н В 1960. Флора Казахстана. Каз СССР Алма-Ата, **3**:260—273

Попов М Г, 1927. Основные черты истории развития флорн среднеи Азии. бюлл Среднеаз ун-та, **15**:239—292